



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 19 362 A 1**

⑤1 Int. Cl.7:
H 02 P 9/48
F 03 D 7/00

②1 Aktenzeichen: 100 19 362.5
②2 Anmeldetag: 18. 4. 2000
④3 Offenlegungstag: 25. 10. 2001

DE 100 19 362 A 1

⑦1 Anmelder:
Setec GmbH, 01468 Reichenberg, DE

⑦2 Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 38 33 719 C1
DE 34 38 893 A1
DD 61 311
US 46 95 736
WO 99 33 165 A1

TEODORESCU, Dan: Generator mit Doppelpacks. In:
ema 10/99, S.30-33;
Adaptiver Stabilisator zur optimalen Dämpfung
von
Wirkleistungsspendelungen. In: ABB Technik 2/1999,
S.27-31;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren für Regelung der durch Windkraftanlagen erzeugten Abgabeleistung an das Energienetz und zur
Beeinflußung der Spannungsanhebung insbesondere an schwachen Netzknoten

DE 100 19 362 A 1

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf die Verwendung von Verfahren für einen oder mehrere parallele Puls-Stromrichter (1) mit Spannungs-Zwischenkreis (2) gemäß Fig. 1, wobei alle Generatortypen verwendet werden können. Ersatzweise dargestellt ist ein Synchrongenerator mit gesteuerter Erregung. Das Verfahren gilt für beliebige Anzahl von Generator- oder Netzphasen.

[0002] Bekanntermaßen wird die Leistung von Windkraftgeneratoren dadurch geregelt, daß im Wechselrichter der Generatorseite (4) die Leistung beeinflussenden Parameter über eine fest eingestellte Kennlinie in Abhängigkeit der Drehzahl verändert werden, oder daß bei Betrieb ohne Wechselrichter mit zunehmender Drehzahl die Einstellung der Rotorblätter oder eine entsprechende Kennlinie der Rotorblätter zu einer Begrenzung der Leistung führen, oder daß der Stromrichter eine läuferseitige Regelung ausführt. Der netzseitige Wechselrichter (5) hat prinzipiell die Aufgabe die Energie aus dem Zwischenkreis in das Netz einzuspeisen.

[0003] Die bekannten Verfahren haben den Nachteil, daß die Leistungskennlinie der Windturbine stark von Toleranzen der elektrischen Maschinen oder von Verlusten abhängig ist, und somit die zum Netz gelieferte Wirkleistung nur ungenau einstellbar ist, und zumindest kurzzeitige Überleistung nicht verhindert werden kann. Weiterhin bewirkt die zunehmende Erhöhung der Einspeisung von Wirkleistung, insbesondere bei schwachen Netzknoten, eine Erhöhung der Netzspannung.

[0004] Bekannt ist, daß sich der Winkel zwischen Strom und Spannung am Ausgang eines Pulsstromrichters derart einstellen läßt, daß eine gewünschte Blindleistung erzeugt werden kann, wie zum Beispiel bereits 1974 in "Elektrische Bahnen, DK621.33.025.3 /621337.077.65 beschrieben auf Seite 138", und sich somit die Gesamtspannung bestehend aus Wirk- und Blindanteil reduziert. Stand der Technik ist weiterhin, daß zur Regelung der Ausgangsspannung an Stromaggregaten die vom Generator aufgenommene Leistung variiert wird, was zum Beispiel bei einer Fahrzeug-Lichtmaschine durch variable Erregung erfolgt. Bei einem Windkraftwerk wird durch derartige Regelung die maximale Abgabeleistung des Windkraftwerkes unnötig limitiert.

[0005] Das der Erfindung zu Grunde liegende Verfahren vermeidet diese Nachteile dadurch, daß die Generator-Wirkleistung variiert wird, in dem die dem Netz zugeführte Wirkleistung gemessen und zur Regelung oder Korrektur der Generator-Wirkleistung beiträgt. Die Kenngrößen zur Bestimmung der Wirkleistung und der daraus entstehende Stell- oder Korrekturwert (10) werden zwischen netzseitigem Ausgang des Stromrichters (6) und dem Netzknoten (7) durch Messung von Strom (8) und Spannung (9) ermittelt. Dadurch erhöht sich die Genauigkeit der tatsächlichen Netz-Wirkleistung, gegenüber Verfahren, die auf der Generatorseite mit Drehmoment-Sollwerten in Abhängigkeit der Drehzahl, eine Steuerung der Generatorleistung ausführen.

[0006] Vorzugsweise erfolgt die Berechnung des Kennwertes zur Korrektur der Generator-Wirkleistung innerhalb des Controllers für den Netzwechselrichter, da diesem bereits Spannungs- und Stromwerte vorliegen.

[0007] Wahlweise kann die Berechnung der Wirkleistung auch durch Messung und Rechnung auf der Generatorseite erfolgen, jedoch muß dann ein zusätzlicher Korrekturwert für die Verlustleistung im Wechselrichter, in den Drosseln und Filtern, oder für im Zwischenkreis abgenommene Leistung eingerechnet werden, um auf die Netzleistung zu schließen, und für den Generator ein Steuersignal zu gene-

rieren, das eine Nachführung der Wirkleistung ermöglicht. Als Variante wird der Stellwert auch dadurch ermittelt, daß der gemessene Strom mit den internen Werten der Spannungs-Aussteuerung des Wechselrichters verrechnet wird.

[0008] Vorzugsweise wird der berechnete Leistungskennwert derart verwendet, daß eine Korrektur der Generatorleistung erst erfolgt, wenn ein Betrieb im Bereich der Nennleistung stattfindet, jedoch kann aber auch z. B. durch Vergleich mit einer hinterlegten Leistungs-Soll-Kennlinie, oder durch eine externe Vorgabe, eine Regelung auf eine gewünschte Kennlinie erfolgen.

[0009] Eine weitere Variante zur Stabilisierung der Generatorleistung besteht bei Synchronmaschinen derart, daß bei Betrieb mit Pulsstromrichter die Möglichkeit vorhanden ist, daß die Stator Klemmenspannung durch Steuerung des Erregerstromes auf einen möglichst konstanten Wert knapp unterhalb der Zwischenkreisspannung geregelt wird, insbesondere bei Nennleistung. Erfindungsgemäß wird die gemessene Klemmenspannung nach Soll-Istvergleich verwendet um den Erregerstrom nachzustellen. Eine Ausgestaltung und ganz erhebliche Verbesserung dieses Verfahrens besteht darin nicht die gemessene Generator-Klemmenspannung zu verwenden, sondern die im Stromrichter vorhandene Variable der Aussteuerung für die Spannung, oder eine andere Größe die mit der Ausgabespannung gekoppelt ist, als Korrektur- oder Stellwert für den Erregerstrom zu verwenden, wodurch eine aufwendige Meßschaltung entfällt.

[0010] Eine weitere Ergänzung um möglichst konstant hohe Leistung zum Netz liefern zu können, ohne daß ein zu großer Anstieg der Netzspannung entsteht, besteht darin, daß die Höhe der netzseitigen Spannung durch Variation der Phasenwinkel zwischen Strom und Spannung beeinflusst werden kann. Das Verfahren gemäß Erfindung besitzt eine Regelung oder Nachstellung des Phasenwinkels in Abhängigkeit der Höhe der Netzspannung (gemäß Fig. 2), und somit wird Blindleistung in Abhängigkeit der Spannungshöhe erzeugt.

[0011] Generell besitzt das Verfahren einen Parameter für einen Spannungs-Kennwert bei dem keine oder nur eine kleine Blindleistung erzeugt wird (11) und der in der Regel unterhalb der Nennspannung (12) liegt. Mit zunehmender Spannung erhöht sich der zulässige Wert für die Blindleistung, wodurch der $\cos\phi$ kleiner wird. Vorzugsweise wird bei einer Spannung in Nähe des Nennwertes (12) die maximale mögliche Blindleistung geliefert (13).

[0012] Da je nach Netzverhältnissen eine erhebliche Zunahme der Blindleistung erforderlich sein kann um die gewünschte Spannung zu stabilisieren, wird gemäß Erfindung eine Begrenzung (14) eingeführt, die verhindert, daß bei Nenn-Wirkleistung der Gesamtstrom den stromrichter-typischen zulässigen Nennwert übersteigt. Als Parameter können alle Größen verwendet werden, die eine Verbindung zur Leistung aufweisen, wie zum Beispiel der Wert des Gesamtstroms, des Wirkstromes, des Blindstromes oder der Scheinleistung, Wirkleistung oder Blindleistung. Als Variante besteht auch die Möglichkeit, daß ab der Stromgrenze des Stromrichters, die Wirkleistung reduziert wird um die Spannung konstant zu halten.

[0013] Somit entsteht der Vorteil, daß je nach Höhe der Blindleistung, eine Konstanthaltung der Netzspannung oder ein abgeflachter Anstieg gewählt werden kann.

[0014] Soll die Netzspannung auf einen möglichst kleinen Bereich geregelt werden (durch Blindstromeinspeisung) kann auch ein P oder PI-Regler oder eine ähnliche Struktur, die erforderliche Blindleistung einstellen, durch Soll-Istvergleich der Netzspannung. Als Variante kann die Phasenverschiebung auch mittels eines Steuersignals vorgegeben werden das die Generatorleistung spiegelt, oder durch eine Kor-

rektur mittels überlagerter Steuerung erfolgen.

strom innerhalb zulässiger Grenzen bleibt.

Patentansprüche

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

1. Verfahren zum Betrieb von Pulsumrichtern mit Spannungszwischenkreis, verwendet zur Energie- wandlung in Windkraftanlagen zwischen Stator oder Rotor des Generators und dem Energie-Versorgungs- netz, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Einstellung der Leistung des Generators die zum Netz geführte Wirkleistung durch einen Controller mittels gemessener Ströme und Spannungen berechnet wird, und dar- aus eine Rückführung aus einem oder mehreren Kenn- werten für den generatorseitigen Stromrichter gebildet wird, zur Beeinflussung der Generator-Wirkleistung. 5 10 15
2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeich- net, daß eine Ausgestaltung dadurch entsteht, daß die zur Regelung des netzseitigen Stromrichters erforderli- chen Ströme und Spannungen verwendet werden um mittels Controller die Stell- oder Korrekturgröße für die Generator-Wirkleistung zu berechnen. 20
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2 dadurch gekenn- zeichnet, daß eine Bestimmung des Stellsignals auch derart erfolgen kann, daß die berechnete Generator- Wirkleistung durch einen Korrekturfaktor, zur Berück- sichtigung der Verluste, so angepaßt wird, daß diese näherungsweise der Netz-Wirkleistung entspricht, und somit auch als Stellwert für die Solleistung verwendet werden kann. 25
4. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeich- net, daß eine Ausgestaltung dadurch entsteht, daß die Stellgröße für die Generatorleistung eine beliebige Va- riable sein kann, die Einfluß auf die Generatorleistung hat, und daß der Stellwert auch ein prozentualer Kor- rekturwert sein kann. 30 35
5. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeich- net, daß eine Ausgestaltung für Generatoren mit regel- barem Feld und Zwischenkreis-Einspeisung über Gleichrichter derart erfolgen kann, daß die Stellgröße zur Einstellung der Magnetisierung oder Erregung ver- wendet wird. 40
6. Verfahren nach Anspruch 5 dadurch gekennzeich- net, daß bei Stromrichterbetrieb eine Stabilisierung der Generatorleistung dadurch erfolgen kann, daß die Klemmenspannung durch Nachführung der Erregung konstant geregelt wird, und ein Wert für die Klemmen- spannung entweder gemessen oder in Verbindung mit der Spannungsausgabe des Stromrichters berechnet wird. 45
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich- net, daß durch Änderung der Phasenlage zwischen Strom und Spannung des netzseitigen Wechselrichters eine Stabilisierung der Netzspannung erfolgt, und daß bei ansteigender Netzspannung eine Zunahme der Pha- senverschiebung vorgenommen wird, und somit in Ab- hängigkeit der eingespeisten Blindleistung eine ein- stellbare Verflachung des Spannungsanstieges gewählt werden kann. 50 55
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeich- net, daß durch einen Regler die Blindleistung so einge- stellt wird, daß die Spannung auf einen definierten Sollwert geregelt oder begrenzt wird. 60
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeich- net, daß in Abhängigkeit eines Parameters der im Zu- sammenhang mit der erzeugten Generatorleistung oder Netzleistung steht, eine Begrenzung der netzseitigen Phasenverschiebung derart stattfindet, daß der Gesamt- 65

- Leerseite -

FIGUR 2:

